Pädiatrie up2date

4 • 2019

Gastroenterologie 3

Innovative Techniken in der Gastroenterologie

*Ilse Julia Broekaert
Ulrich Töx
Christoph Hünseler*

VNR: 2760512019156645655
DOI: 10.1055/a-0591-3570
Pädiatrie up2date 2019; 14 (4): 295–306
ISSN 1611-6445
© 2019 Georg Thieme Verlag KG

Unter dieser Rubrik sind bereits erschienen:

Darmmikrobiom des Menschen: Status quo und Perspektiven

T. Clavel, G. Hörmannspurger Heft 4/2017

Akute Bauchschmerzen N. Tesch, S. Buderus Heft 4/2014**Die akute gastrointestinale Blutung im Kindesalter** R. Behrens

Heft 3/2014

Eosinophile Ösophagitis im Kindes- und Jugendalter – eine neue Krankheit? M. Radke Heft 1/2014**Gastritis im Kindesalter** M. Radke, K.-M. Keller Heft 3/2013**Rationelle Stuhldiagnostik** S. Buderus Heft 4/2012**Pathologische Leberwerte – Interpretation in der Praxis**

M. Melter Heft 1/2012

Obstipation M. Classen Heft 3/2011**Differenzialdiagnostik des Erbrechens** T. Wenzl Heft 4/2009**Differenzialdiagnose chronischer Bauchschmerzen** R. Behrens

Heft 2/2009

Ikterus bei Kindern und Jugendlichen S. Wirth Heft 4/2008**Neonatale Cholestase** B. Rodeck Heft 2/2008**Chronisch entzündliche Darmerkrankungen** R. Kardorff, M. Radke Heft 1/2008**Zöliakie** G. Kliemann, K.-P. Zimmer Heft 2/2006**Gastroenteritis** K.-M. Keller, M. Radke Heft 1/2006**ALLES ONLINE LESEN**

Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift: online wie offline, am PC und mobil, alle bereits erschienenen Artikel. Für Abonnenten kostenlos! <https://eref.thieme.de/paed-u2d>

JETZT FREISCHALTEN

Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht freigeschaltet? Ein Klick genügt: www.thieme.de/eref-registrierung

Innovative Techniken in der Gastroenterologie

Ilse Julia Broekaert, Ulrich Töx, Christoph Hünseler

In der pädiatrischen Gastroenterologie werden immer mehr neue diagnostische Kapselverfahren und endoskopische Eingriffe durchgeführt, um eine weniger invasive Diagnostik und Therapie auch bei Kindern zu ermöglichen. Bisher sind oft aber nur vereinzelte Fälle veröffentlicht worden. Die wichtigsten diagnostischen und therapeutischen Techniken werden in diesem Beitrag vorgestellt.

Kapselverfahren in der gastroenterologischen Diagnostik

Motility-Kapsel

Nachdem die Videokapsel-Endoskopie zur Visualisierung des Dünndarms (Lokalisierung von Blutungsquellen, Morbus-Crohn-Diagnostik etc.) schon seit Jahren in der Pädiatrie etabliert ist, zeichnen sich neue Kapseltechniken ab: Die Motility-Kapsel (Smartpill; ► **Abb. 1 a**) wurde zur Messung von Passagezeiten der einzelnen Abschnitte des Gastrointestinaltrakts entwickelt. Sie dient der Diagnostik von Motilitätsstörungen (beispielsweise Gastroparese und Obstipation) in der Abgrenzung zu funktionellen gastrointestinalen Erkrankungen. Belastende Verfahren wie radiologische, szintigrafische sowie manometrische Messungen können so vermieden werden.

Die Motility-Kapsel misst kontinuierlich über maximal 5 Tage den pH-Wert, die Druckverhältnisse und die Temperatur. Vor allem über den pH-Wert kann die Passagezeit dem Magen, Dünndarm und Kolon zugeordnet werden, ein Abfall der Temperatur zeigt das Ausscheiden der Kapsel an. Normwerte für Erwachsene existieren [1], erste Erfahrungen im Kindesalter sind veröffentlicht [2]. Das System ist allerdings erst ab dem 18. Lebensjahr zugelassen.

Kolon-Kapselendoskopie

Die Kolon-Kapselendoskopie (z.B. PillCam COLON 2) erlaubt eine minimalinvasive Darstellung des Kolons ohne Narkose/Sedierung. Die Anwendung ist vor allem indiziert bei Patienten mit erhöhtem Narkoserisiko oder falls eine Koloskopie aus anderen Gründen nicht möglich ist. Sie wird hauptsächlich eingesetzt zur Visualisierung von Blutungsquellen aus dem unteren Gastrointestinaltrakt oder bei Verdacht auf Polypen. Bei begründetem Verdacht bietet sich wegen der simultanen Interventions-

möglichkeit eine Koloskopie ohne vorherige Kapselendoskopie an.

Die Kapsel ist mit 11 × 32 mm etwas länger als die Dünndarmkapsel, besitzt an beiden Enden jeweils eine Weitwinkelkamera mit einer Aufnahmefrequenz von 5 Bildern/s und muss nach entsprechender Darmpräparation geschluckt werden. Nach einer initialen „Schlafphase“ von 2 Stunden wird die Bildaufnahme automatisch aktiviert. Bilder werden über 10 Stunden aufgezeichnet.

Bei Kindern wurde die Kapsel in der Diagnostik chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen eingesetzt [3,4] und eignet sich z.B. auch zur Verlaufsdagnostik bei bekannter chronischer Kolitis. Nachteile der Videokapsel sind die fehlende Möglichkeit von Biopsien und therapeutischen Maßnahmen, das Problem der Einnahme vor allem bei jüngeren Kindern sowie die Notwendigkeit der Darmreinigung – wie für eine Koloskopie. Bei Stenosen besteht das Risiko des fehlenden Kapselabgangs mit dann ggf. erforderlicher operativer Entfernung.

Kapsel-pH-Metrie

Bei Verdacht auf eine gastroösophageale Refluxkrankheit wird häufig eine Gastroskopie durchgeführt, um eine Kardiainsuffizienz bzw. Hernie und/oder eine Ösophagitis abzuklären. Im Anschluss wird dann oft eine 24-Stunden-pH-Metrie angelegt, üblicherweise über eine nasale Sonde.

Alternativ kann die Bravo-Kapsel eingesetzt werden. Diese wurde auch im Kindesalter gut toleriert [5] und erlaubt eine komfortablere drahtlose Messung über 48 Stunden. Die Kapsel löst sich nach einigen Tagen und wird ausgeschieden. Gut geeignet ist diese Methode für Kinder, die eine nasale Sonde nicht tolerieren. Nachteilig ist, dass eine Impedanzmessung zur Detektion nichtsaurem Reflux und die Bestimmung der Steighöhe des Refluxats nicht möglich sind.

FALLBEISPIEL

Ein 17-jähriges Mädchen leidet seit ca. 8 Monaten an Übelkeit, phasenweisem Erbrechen und Inappetenz mit Gewichtsverlust (aktueller BMI 13,8 kg/m²). Als auffälliger Befund ergibt die Messung der Magenentleerungszeit mittels Motility-Kapsel eine Verweildauer im Magen von 14 Stunden (Norm < 4,5 Stunden), was eine Gastroparese vermuten lässt (► **Abb. 1 b**). Eine Therapie mit Domperidon bringt eine Symptomverbesserung.

► **Abb. 1** Kapselverfahren in der gastroenterologischen Diagnostik.

a Wireless-Motility-Kapsel.

b Auswertung der Motility-Kapsel-Studie einer 17-jährigen Patientin mit chronischer Übelkeit (siehe Fallbericht) mit Temperatur (blaue Kurve), pH (grüne Kurve) und Druck (rote Kurve). Magenentleerungszeit (gastric emptying time, GET): 13,4 h (Norm < 5 h); Dünndarm-passagezeit (small bowel transit time, SBT): 12,21 h (Norm 2,5–6 h); Kolonpassagezeit (colonic transit time, CTT): 18,33 h (Norm < 59 h); Dünndarm- und Kolonpassagezeit (small and large bowel transit time, SLBTT): 30,5 h (Norm < 64 h); Gesamtdarmpassagezeit (whole gut transit time, WGTT): 44,4 h (Norm < 73 h).

KE: Kapselaufnahme; PY: Pyloruspassage; ICJ: ileozökaler Übergang; KA: Kapselausscheidung.

Neue endoskopische Techniken, die in der Kindergastroenterologie schrittweise eingesetzt werden

Anlage einer PEG (perkutane endoskopische Gastrostomie) mittels Gastropexie und Direktpunktion

Das Standardverfahren zur intragastralen Sondenanlage für die Langzeiternährung ist die PEG-Anlage mittels Fadedurchzugmethode. Bei Patienten mit Passageproblemen im oberen Gastrointestinaltrakt (Tumoren, Stenosen, Varizen, Verätzungen etc.), nach kieferchirurgischen Eingriffen, wenn nur eine nasale Endoskopie möglich ist, bei erhöhtem Narkoserisiko oder bei Wunsch nach einer kosmetisch unauffälligen Lösung ist die PEG-Button-Anlage mittels Gastropexie und Direktpunktion auch schon im Neugeborenenalter möglich (► **Abb. 2**).

Nach diaphanoskopischer Darstellung des Magens und Aufsuchen der Punktionsstelle werden zunächst mittels eines speziellen Punktionssystems (Kimberly-Clark MIC-KEY G Introducer Kit) 3 mit Metallanker versehene Haltefäden im Magen um den gewählten PEG-Exit herum angelegt (Gastropexie). Danach erfolgt die Einlage eines Seldinger-Drahts über eine Nadel. Über den Draht wird ein gestufter Dilatator in den Magen eingeführt. Am Ende bleibt eine 18-Charr-Peel-away-Hülse, über die der Button mit der entsprechenden ausgemessenen Länge direkt in den Magen eingeführt wird. Die Haltefäden sind selbstresorbierend. Zum Wechsel oder zur Entfernung des Buttons sind keine weiteren Narkosen notwendig.

Vorteile der Direktpunktion-PEG gegenüber der Fadedurchzug-PEG sind weniger Komplikationen wie Schleimhautverletzungen oder Infektionen [6]. So muss keine innere Halteplatte durch den Ösophagus eingebracht werden, und es wird keine unsterile Sonde durch die Bauchwand gezogen. Außerdem benötigt man keine weitere Endoskopie zur Entfernung der PEG. Nachteile der Direkt-

► **Abb. 2** Arbeitsschritte der Anlage eines Direkt-Buttons. **a** Gastrostomy Introducer Kit; oben Mitte die Nadeln des „Gastrointestinal-Suture-Anchor“-Systems; mittels der Nadeln wird ein resorbierbarer Haltefaden mit kleinem Metallanker am distalen Ende in den Magen eingebracht. **b** Unter Diaphanoskopie und Endoskopie werden 3 Suture Anchors im Magen platziert und fixieren so die Magenwand an der Bauchdecke. **c** Die 3 Suture Anchors sind in situ und werden von außen mit kleinen Halteknöpfen fixiert. **d** Ansicht der Metallanker von gastral. **e** Über eine Hohlneedle wird in der Mitte der Haltefäden ein Draht vorgeschoben. **f** Der Seldinger-Draht in situ. **g** Über den Draht wird mit einem Dilator eine Peel-away-Hülse (Abb.) in den Magen eingebracht. **h** Nach Ausmessen des Stomakanals wird die passende Button-Ballon-PEG über die Peel-away-Hülse in den Magen vorgeschoben. **i** Nicht gefüllte Ballon-PEG in korrekter Position im Magen. **j** Nach Abschluss der Prozedur: Außenansicht der Button-Ballon-PEG und der 3 Haltefäden mit Knöpfen.

punktionsmethode sind ein höheres Risiko für Blutung an der Punktionsstelle, die Verletzung innerer Organe sowie die oftmals kürzere Haltbarkeit bzw. Liegedauer des PEG-Buttons gegenüber einer Fadendurchzug-PEG.

Endoskopische Blutstillung

Bei akuter gastrointestinaler Blutung sind neben Injektions- und thermischen Verfahren (Argon Plasma Coagulation, APC) verschiedene weitere Verfahren zur Blutstillung möglich:

- Bei lokalisierten Blutungen, z.B. aus einem Gefäßstumpf ist die endoskopische Platzierung von speziellen Clips (Hemoclip) möglich. Diese können zur optimalen Platzierung um 360° am Applikator gedreht und vor dem endgültigen Absetzen mehrfach wieder geöffnet werden (► **Abb. 3, Abb. 6**).
- Größere Blutungsquellen, z.B. aus Mukosaeinrissen oder aus tieferen, auch iatrogenen Wandläsionen, können mit einem Over-the-Scope-Clip (OTSC-System) verschlossen werden (► **Abb. 4**).
- Diffuse Schleimhautblutungen, die nicht geklippt werden können, werden mit dem mineralischen Hemospray kontaktlos und atraumatisch zum Stillstand gebracht. Das mineralische Pulver, das über einen über den Arbeitskanal eingeführten Katheter direkt unter Sicht aufgesprüht wird, bildet mit Feuchtigkeit eine mechanische adhäsive Barriere und führt so zur Blutstillung (► **Abb. 5**).

► Abb. 3 Hemoclip.

► Abb. 4 Over-the-Scope-Clip (OTSC).

► Abb. 5 Hemospray.

FALLBEISPIEL

Ein 11 Monate altes, bis dato gesundes und gut entwickeltes Mädchen wird in der Kindernotaufnahme mit Hämatinerbrechen seit einigen Stunden und anamnestischen Teerstühlen seit dem Vortag vorgestellt. Die Blutungen lassen sich verifizieren. Der Hämoglobinwert bei Aufnahme beträgt 6,1 g/dl. Da die Klinik auf eine akute obere gastrointestinale Blutung hindeutet und es zu einem offenbar relevanten anhaltenden Blutverlust gekommen ist, wird unverzüglich mit einer hochdosierten Therapie mit Omeprazol begonnen und eine Ösophago-gastroduodenoskopie durchgeführt. Es findet sich ein noch blutendes Ulkus im Magenantrumbereich, das mit einem Hemoclip therapiert wird (► Abb. 6). Im Anschluss sistiert die Blutung, die antazide Therapie wird fortgeführt, es tritt keine erneute Blutung auf. Die Genese des Ulkus bleibt unklar, *Helicobacter pylori* war nicht nachweisbar.

► Abb. 6 Akut blutendes, z. T. fibrinbelegtes Ulkus im Bereich des Magenantrums mit Hemoclip auf einer noch aktiv gewesenen Blutungsquelle, die jetzt sistiert hat, bei einem 11 Monate alten Mädchen mit akuter Blutungsanämie.

FALLBEISPIEL

Ein 3-jähriger Junge wird mit starken Bauchschmerzen eingeliefert. Die Laborkonstellation mit massiv erhöhter Lipase ergibt die Diagnose einer akuten Pankreatitis. Sonografisch stellt sich das Organ hyperechogen und vergrößert dar, mit geringem parapankreatischem Flüssigkeitssaum. Die Therapie besteht aus einer ausreichenden intravenösen Flüssigkeitssubstitution, dem Ausgleich der Elektrolyte, Analgesie und Gabe von Antibiotika. Nach Normalisierung der Pankreaswerte entwickelt sich im Verlauf der 1. Krankheitswoche eine große Pankreaspseudozyste von 12 cm × 8 cm × 6 cm (► **Abb. 7 a**). Im Verlauf von 12 Wochen ist die Zyste eher größenprogredient, endoskopisch wird transgastral unter endosonografischer Steuerung (► **Abb. 7 b**) ein Stent eingelegt. Die Pseudozyste entleert sich vollständig (► **Abb. 7 c**). Nach 6 Wochen wird der Stent komplikationslos entfernt, im Verlauf entsteht keine erneute Flüssigkeitsansammlung mehr.

► **Abb. 7** Drainage einer Pankreaspseudozyste bei einem 3-jährigen Jungen nach Pankreatitis (s. Fallbericht).

a Darstellung der großen Pankreaspseudozyste in der Magnetresonanztomografie (MRT; Pfeil).

b Endosonografische transgastrale Darstellung der Pseudozyste an der großen Kurvatur nach Einlage des Führungsdrahts (Pfeil), über den der Stent geschoben wird.

c Stent in situ (gefüllter Pfeil), über den sich das Sekret der Pseudozyste in den Magen entleert (leerer Pfeil).

Therapie der Achalasie mittels Peroral Endoscopic Myotomy (POEM)

Als Alternative zur Myotomie nach Heller, zur Ballondilatation und zur medikamentösen Therapie mit Botulinumtoxin oder Nifedipin hat sich das 2010 erstmals beschriebene POEM-Verfahren (perorale endoskopische Myotomie) in der Behandlung der Achalasie der Speiseröhre etabliert [7]. Mit einem durch den Arbeitskanal des Endoskops eingeführten elektrischen Messer wird ein submukosaler Tunnel vom mittleren Ösophagus bis distal des unteren Ösophagussphinkters angelegt. Danach wird die Lamina muscularis der Ösophaguswand durchtrennt und abschließend der mukosale Zugang in den submukosalen Tunnel mit Metallclips dicht verschlossen. Erste Berichte belegen die erfolgreiche Anwendung auch im Kindesalter [8,9].

Transgastrale Drainage von Pankreaspseudozysten mittels Stents mit Antimigrationssystem

Das Auftreten von Pankreaspseudozysten nach Pankreatitis ist häufig. Ab einer gewissen Größe (> 5 cm) und ohne Rückbildungstendenz über 6 Wochen ist eine Zystenentlastung indiziert, ebenso bei infizierten Zysten. Diese

kann auch im Kleinkindalter endosonografisch gesteuert über einen transgastral eingelegten Stent erfolgen. Als Stents kommen Doppel-Pigtail-Plastikendoprothesen oder speziell geformte, vollbeschichtete selbstexpandierende Metallstents zum Einsatz. Nach einigen Wochen erfolgt die endoskopische Entfernung des Stents. Die Erfolgsrate ist hoch [10].

Push-and-pull-Enteroskopie bzw. Single-Balloon-Enteroskopie (SBE)

Neben der Doppelballonendoskopie (DBE) kann zur Push-and-pull-Enteroskopie auch die SBE eingesetzt werden. Sie dient zur Darstellung, Biopsie und therapeutischen Maßnahmen (Blutungsstillung, Polypektomie etc.) in tieferen Dünndarmabschnitten. Das Endoskop wird über einen mit einem Ballon versehenen Overtube, der im Dünndarm liegt, vorgeschoben (Zugang von oral oder anal möglich). Bei gefülltem Ballon wird der Overtube zurückgezogen (mit dem umgebenden Darm) und dabei gleichzeitig das Endoskop in tiefere Darmabschnitte vorgeschoben. Der Overtube mit entleertem Ballon folgt dann dem Endoskop, der Ballon wird erneut gefüllt, etc. So kann je nach Gerät bis zu 250 cm weit in den Dünndarm endoskopierte werden. Wegen der längeren Nar-

kosezeit sollte die Indikation für die DBE und SBE in der Kindergastroenterologie streng gestellt werden.

Endoskopische Mukosaresektion (EMR)

Die EMR ist eine Technik zur Abtragung von sessilen Polypen oder von auf die Mukosa beschränkten Neoplasien. Dabei wird – evtl. nach Unterspritzen der Submukosa – die Läsion in eine Aufsatzkappe eingesaugt und entweder direkt über eine in der Kappe vorgeladene Schlinge oder nach Freisetzen einer Gummibandligatur abgetragen. Die endoskopische mukosale Resektion bietet sich auch als Alternative zur Rektum-Saugbiopsie beispielsweise in der Diagnostik des Morbus Hirschsprung an.

Die EMR wird mit einem Gastroskop mit Aufsatz zur Varizenligatur durchgeführt. Nach Aufsuchen der Biopsiestelle, z. B. 3 cm proximal der Linea dentata, und gegebenenfalls Unterspritzung der Stelle mit 0,9%iger NaCl-Lösung wird die Mukosa an dieser Stelle in die Kappe des Bandligators angesaugt und eine Gummibandligatur appliziert. Anschließend wird das durch das Band abgehobene Rektumgewebe mit einer elektrischen Polypenschlinge abgetrennt und eingeschickt. Die Biopsate waren in einer ersten Veröffentlichung alle ausreichend und aussagekräftig [11]. Die EMR kann auch zur Entfernung heterotoper Schleimhautareale eingesetzt werden.

Vollwandbiopsien mittels Full-Thickness-Resection-Device (FTRD)

Das FTRD-System kombiniert die Vorteile des OTSC mit einer tiefen Vollwandbiopsie und ermöglicht die endoskopische Vollwandresektion (eFTR) bis zur Serosa von Läsionen im Kolon und Rektum sowie Duodenum. Die Transsektion der Darmwand erfolgt erst, nachdem sie an der Zielstelle sicher verschlossen ist. Das Darmlumen wird daher beim Eingriff nicht eröffnet. Es bietet sich an zur Entfernung von über die Mukosa/Subserosa reichenden Läsionen vor allem bei instabilen Patienten, aber auch diagnostisch zur Entnahme von Ganzwandbiopsien bei Verdacht auf enterale Innervationsstörungen (Morbus Hirschsprung, intestinale neuronale Dysplasien). Im Kindesalter sind noch keine Erfahrungen publiziert.

Endoskopische submukosale Dissektion (EMD)

Submukosal gelegene subepitheliale Tumoren (SET) können mittels EMD endoskopisch entfernt werden. Im Kindesalter ist diese Methode in Einzelfällen beschrieben [12].

Endoskopische Subserosa-Dissektion (ESD)

Diese Methode dient der endoskopischen Entfernung von SET, ausgehend von der Muscularis propria des oberen Gastrointestinaltrakts (z. B. Hamartome, Leiomyome, gastrointestinale Stromatumoren, heterotopes Pankreasgewebe). Die ESD kann in 6 Schritten beschrieben werden:

1. Inzision der Mukosa und Submukosa im Bereich der Läsion und Freilegung der Muscularis propria
2. kontinuierliche Injektion mittels Injektionsnadel bei Vordringen von Muscularis propria zu Subserosa
3. Inzision der Muscularis propria
4. subserosale Injektion, um Serosa weiter von Muscularis propria abzuheben
5. vorsichtige En-Bloc-Dissektion der Mukosa, Submukosa und der Muskularis propria inklusive des SET
6. Verschluss des Wanddefekts mit einer endoskopischen Technik, z. B. Clipping.

Im Kindesalter wurde dieses Verfahren noch nicht eingesetzt.

Selbstexpandierende Metallstents zur Therapie von Anastomosenstrikturen nach Ösophagusatresie-Korrektur

Selbstexpandierende Metallstents zur Therapie gastrointestinaler Stenosen werden bei Erwachsenen bereits seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt. Erste Berichte belegen eine erfolgreiche Therapie von Anastomosenstrikturen nach operativer Korrektur einer Ösophagusatresie bei Kindern im Alter von 1–32 Monaten [13].

Die vollbeschichteten Stents wurden endoskopisch eingebracht und blieben im Median für 30 Tage vor Ort, bevor sie entfernt wurden. Teilweise wurden konsekutiv bis zu 4 Stents in Folge eingesetzt. Es wurden keine Probleme bei Stenteinlage oder -entfernung beschrieben, und nach einem Median von 41 Monaten trat keine erneute Anastomosenstriktur in 62% der Kinder mit vorangegangener Therapie (n = 8) und in 100% der Kinder ohne vorangegangene Therapie (n = 5) auf [13].

Eine vielversprechende Methode ist der dynamische Stent, der 40 Tage im Ösophaguslumen bleibt und wiederholt eingelegt werden kann. Beim dynamischen Stent bewegen sich Nahrung und Sekrete zwischen Ösophaguswand und Stentwand. In einer Reihe von 79 Patienten hat der dynamische Stent bei 89% zu einer effektiven Behandlung geführt [14].

Endoskopische Therapie duodenaler Webs

Duodenale Atresien werden üblicherweise mittels einer Duodenoduodenostomie operativ korrigiert. Typ-1-Atresien (Diaphragma bzw. Web) oder Atresien mit inkomplettem Web, die auch erst jenseits der Neonatalperiode auffallen können, können endoskopisch mittels Ballondilatation und einem endoskopisch eingeführten Elektrokauter erfolgreich therapiert werden [15]. Diese Methode konnte schon bei Neugeborenen angewendet werden [16].

Perorale endoskopische Pyloromyotomie der Pylorusstenose

Bereits im Jahr 2005 wurde die Technik der endoskopischen Pyloromyotomie bei kongenitaler hypertropher Pylorushypertrophie veröffentlicht [17]. Der Eingriff wurde an Neugeborenen bzw. jungen Säuglingen unter Sedierung ambulant durchgeführt. Mittels eines endoskopischen elektrischen Messers oder eines Sphinkterotoms wird die Wand des Pylorus vom Antrum bis zum Duodenum bis auf die Serosa inzidiert. Die Nahrungsaufnahme ist unmittelbar im Anschluss wieder möglich gewesen. Diese Methode hat sich nicht durchgesetzt, die offene oder laparoskopische Pyloromyotomie gilt als das Standardverfahren und erlaubt ebenfalls eine sofortige Nahrungsaufnahme und rasche Entlassung aus der stationären Behandlung.

Over-the-Scope-Clips (OTSC) zum Fistelverschluss

OTSC erlauben einen endoskopischen Verschluss von Fisteln, z. B. enterokutanen oder enteroenterischen Fisteln, u. a. im Rahmen eines Morbus Crohn, unter Verzicht auf einen chirurgischen Eingriff. Dabei wird das unter dem Punkt Blutstillung beschriebene System verwendet.

Bildgebung

Virtuelle Koloskopie

Bei der virtuellen Koloskopie wird der Kolonrahmen 3-dimensional mittels Computertomografie (CT) (low-dose) oder auch Magnetresonanztomografie (MRT) dargestellt. Die Methode wird eingesetzt zur Diagnostik des Kolonkarzinoms sowie von Polypen und Divertikeln. Bei Kindern und Jugendlichen wurde sie zur Abklärung von Polypen bei unteren gastrointestinalen Blutungen verwendet [18]. Ein Vorteil sind die kurze Untersuchungszeit und dadurch das Wegfallen einer notwendigen Sedierung. Nachteile sind die Strahlenbelastung beim CT, die Notwendigkeit der Gabe eines intravenösen Kontrastmittels und die fehlende Möglichkeit zur Probenentnahme und Intervention. Eine Darmvorbereitung wie zur Koloskopie und die rektale Insufflation von Luft oder CO₂ sind ebenfalls notwendig, weshalb die Indikationen für eine virtuelle Koloskopie begrenzt sind.

Kontrastmittelverstärkte Sonografie der Leber

CEUS (Contrast-Enhanced Ultrasonography) wird mittlerweile auch im Kindesalter angewendet, um fokale Leberläsionen differenzieren zu können. Hämangiome, Adenome, Malignome, Regenerationsknoten und die fokale noduläre Hyperplasie zeigen ein unterschiedliches Enhancement in der arteriellen, portalvenösen sowie spätvenösen Phase und können so voneinander abgegrenzt werden. Die Gabe eines gut verträglichen intravenösen Kontrastmittels ist notwendig. Das Kontrastmittel enthält Mikro-Gasbläschen, z. B. Schwefelhexafluorid, in einer Lipidmi-

krosphäre verkapselt (SonoVue). Der Kontrast entsteht durch die Reflexion an der Gas-Gewebe-Grenze sowie durch die Oszillationen der Bläschen im Ultraschall. Die Untersuchung kann wie jede Sonografie durchgeführt werden, und zwar ohne Sedierung, ohne Strahlenbelastung und ohne Jod- oder Gadolinium-haltiges Kontrastmittel in maximal 10 Minuten und ist so für die Pädiatrie gut geeignet, aber auch für kritisch kranke Patienten oder Patienten mit Niereninsuffizienz [19]. Eine MRT oder CT kann häufig vermieden werden.

Endosonografie (EUS)

Die EUS wird mittels eines Endoskops durchgeführt, an welchem neben der Optik ein 360°-Schallkopf an der Spitze des Geräts befindlich ist, umgeben von einem mit Wasser zu füllenden Ballon, um einen besseren Kontakt zum Gewebe zu ermöglichen. Die EUS dient der Diagnostik und interventionellen Therapie von pankreatikobiliären und anderen gastroenterologischen Erkrankungen (z. B. Tumoren) und wird auch in der Pädiatrie eingesetzt [20] (siehe Fallbericht und ► **Abb. 7b**). Durch die EUS kann die invasivere endoskopisch retrograde Cholangiopankreatikografie (ERCP) häufig vermieden werden, es können gleichzeitig Gewebeproben entnommen oder wenn notwendig Stents etc. eingebracht werden.

Neue therapeutische Methoden

Fäkaler Mikrobiomtransfer (FMT)

Das Mikrobiom des Darms wird seit Einführung molekular-genetischer Untersuchungsverfahren intensiv erforscht. Es ist von essenzieller Bedeutung für den Erhalt der Gesundheit. Störungen des Mikrobioms, z. B. durch Antibiotika, können eine Clostridium-difficile-assoziierte Diarrhö auslösen. Auch bei chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen (CED) vermutet man eine überschießende Reaktion des Immunsystems auf das Darmmikrobiom. Es hat sich gezeigt, dass Patienten mit CED häufiger eine reduzierte mikrobielle Diversität im Darm haben als Nichterkrankte.

Beim FMT, der sog. Stuhltransplantation, wird verflüssigter Stuhl eines (meist nichtverwandten) Spenders über eine nasojejunale Sonde, über ein Klysma oder im Rahmen einer Koloskopie in den Darm des Patienten eingebracht. Bei der Spenderselektion werden u. a. bakterielle, parasitäre und virale Erkrankungen ausgeschlossen. Die Aufbereitung und Applikation des Spenderstuhls unterliegt dem Arzneimittelgesetz.

Während die FMT zur Therapie von rekurrenden Clostridium-difficile-Infektionen eine inzwischen etablierte und häufig erfolgreiche Therapieoption nach Versagen mehrerer antibiotischer Therapien darstellt, sind die Ergebnisse von FMT-Studien bei CED heterogen. Weitere Indikationen wie Beeinflussung von Adipositas, Reiz-

darmsyndrom und Autismus sollten aufgrund der unklaren Langzeitauswirkungen nur in Studien geprüft werden.

FMT in Kapselform

Zukünftig werden möglicherweise Kapselpräparationen kryokonservierter Spenderstühle und standardisiert zusammengestellte Keimspektren zur Anwendung kommen. Dafür werden Stuhlbakterien gereinigt, konzentriert, kryokonserviert und in mehrfach geschichtete Kapseln gefüllt. In einer kanadischen Studie hat sich gezeigt, dass der Erfolg bei Clostridium-difficile-assoziiierter Diarrhö nach Kapselapplikation oder Koloskopie mit 96% gleich gut ist [21]. Die ersten Schritte in Richtung dieser „Arzneimittelproduktion“ (mit allen juristischen und Zulassungsimplikationen) sind in Phase-I-Studien getan.

Schlussfolgerung

Da neue vielversprechende diagnostische und therapeutische Techniken und Methoden oft aus der Erwachsenengastroenterologie kommen, ist eine enge Zusammenarbeit des Kindergastroenterologen mit dem Erwachsenengastroenterologen sinnvoll und notwendig. Neue Therapien bedürfen der strengen Kontrolle, die im Rahmen klinischer Studien gegeben ist, da Langzeitauswirkungen bisher noch nicht genau definiert werden konnten.

KERNAUSSAGEN

- Ziel vieler neuer diagnostischer und therapeutischer Verfahren in der pädiatrischen Gastroenterologie ist es, möglichst wenig invasive und für die jungen Patienten schonende Verfahren zu etablieren, die ohne Strahlenbelastung auch bei kritisch kranken Patienten möglich sind.
- Kapselverfahren ermöglichen die Visualisierung von Dünn- und Dickdarm (Videokapseln) zur Diagnostik von Blutungsquellen, Erfassung der Ausdehnung entzündlicher Veränderungen etc. und die Messung von Passagezeiten in der Diagnostik von Motilitätsstörungen (Motility-Kapsel), die kabellose pH-Metrie in der Diagnostik des gastroösophagealen Refluxes (Kapsel-pH-Metrie).
- Moderne endoskopische Verfahren zur Stillung gastrointestinaler Blutungen sind der Hemoclip (kleine lokalisierte Blutungsquellen), der OTSC (größere Blutungsquellen) und das Hemospray (diffuse Blutungen).
- Bei angeborenen Fehlbildungen wie der Pylorushypertrophie oder einer Duodenalatresie (Membran) besteht auch die Möglichkeit einer endoskopischen Therapie mittels Elektrokauter/Balldilatation. Ebenso kann die Achalasie des Ösophagus durch eine POEM behandelt werden.
- Ein Fistelverschluss ist mittels OTSC möglich, tiefe Ganzwandbiopsate mittels FTRD.
- Tiefe Rektumbiopsien in der Diagnostik enteraler Innervationsstörungen können nach dem Verfahren der EMR mittels Varizenligatursystem gewonnen werden.
- Zur endoskopischen Resektion intramuraler Raumforderungen (z. B. gastrointestinaler Stromatumoren) eignen sich Verfahren wie EMD und ESD.
- Neuere bildgebende Verfahren sind die Kontrastmittelsonografie der Leber zur Beurteilung von fokalen Leberläsionen, die Endosonografie zur Diagnostik intestinaler Tumoren und Erkrankungen des pankreatikobiliären Systems sowie die 3-D-Darstellung des Kolons mittels MRT oder CT.
- Neue therapeutische Techniken sind die orale Applikation von fäkalem Mikrobiom mittels gefriergetrockneter Kapseln.

Interessenkonflikt

Erklärung zu finanziellen Interessen

Forschungsförderung erhalten: nein; Honorar/geldwerten Vorteil für Referententätigkeit erhalten: nein; Bezahler Berater/interner Schulungsreferent/Gehaltsempfänger: nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma: nein. Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Nicht-Sponsor der Veranstaltung): nein.

Erklärung zu nichtfinanziellen Interessen

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren

Ilse Broekaert

Dr. med., 1995–2001 Studium der Humanmedizin an den Universitäten Bochum, Strasbourg, Leuven, Genève, sowie an der Tulane University, New Orleans, und am King's College, London. 2001–2004 Facharztausbildung an der LMU München. 2004–2007 Fellowship Pädiatrische Gastroenterologie an der Harvard University, Boston. 2007–2011 Facharztausbildung der Pädiatrie und Pädiatrischen Gastroenterologie an der Universitätskinderklinik Bonn und am King's College London, sowie 2012–2017 der Pädiatrischen Pneumologie und Allergologie an der Universitätskinderklinik Köln. Seit 2018 Oberärztin und Leitung Pädiatrische Ernährungsmedizin an der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin der Uniklinik Köln.

Ulrich Töx

Prof. Dr. med., 1982–1988 Studium der Humanmedizin an der Universität des Saarlands, 1990–1997 Facharztausbildung der Inneren Medizin in der Abteilung für Gastroenterologie und Hepatologie Klinikum der Universität Heidelberg, 1997 Spezielle Internistische Intensivmedizin, seit 1997 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Klinik für Gastroenterologie und Hepatologie Uniklinik Köln, seit 1999 Gastroenterologe, seit 2001 Oberarzt der Klinik, 2007 Habilitation, seit 2013 apl. Professor, Leiter der Zentralen Endoskopie.

Christoph Hünseler

PD Dr. med., 1987–1994 Studium der Humanmedizin an der Universität zu Köln, 1994–2001 Facharztausbildung der Kinderheilkunde, seit 2005 Facharzt für Neonatologie, seit 2006 für Pädiatrische Intensivmedizin, seit 2013 für Pädiatrische Gastroenterologie und Hepatologie. Seit 2013 Leiter der Abteilung Pädiatrische Gastroenterologie an der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin der Uniklinik Köln.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Christoph Hünseler

Uniklinik Köln
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Kerpener Str. 62
50931 Köln
christoph.huenseler@uk-koeln.de

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist PD Dr. med. Christoph Hünseler, Köln.

Literatur

- [1] Tran K, Brun R, Kuo B. Evaluation of regional and whole gut motility using the wireless motility capsule: relevance in clinical practice. *Therap Adv Gastroenterol* 2012; 5: 249–260
- [2] Green AD, Belkind-Gerson J, Surjanhata BC et al. Wireless motility capsule test in children with upper gastrointestinal symptoms. *J Pediatr* 2013; 162: 1181–1187. doi:10.1016/j.jpeds.2012.11.040
- [3] Oliva S, Di Nardo G, Hassan C et al. Second-generation colon capsule endoscopy vs. colonoscopy in pediatric ulcerative colitis: a pilot study. *Endoscopy* 2014; 46: 485–492. doi:10.1055/s-0034-1365413
- [4] Oliva S, Cucchiara S, Civitelli F et al. Colon capsule endoscopy compared with other modalities in the evaluation of pediatric Crohn's disease of the small bowel and colon. *Gastrointest Endosc* 2016; 83: 975–983. doi:10.1016/j.gie.2015.08.070
- [5] Lacy BE, Edwards S, Paquette L et al. Tolerability and clinical utility of the Bravo pH capsule in children. *J Clin Gastroenterol* 2009; 43: 514–519. doi:10.1097/MCG.0b013e31818fba38
- [6] Schnell C, Angelova K, Stüker D et al. Ergebnisse nach PEG-Anlage in Durchzugstechnik vs. endoskopisch kontrollierter Direktpunktion und Gastropexie. *Endo heute* 2009; 22: P18. doi:10.1055/s-0029-1216006
- [7] Inoue H, Minami H, Kobayashi Y et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) for esophageal achalasia. *Endoscopy* 2010; 42: 265–271
- [8] Nabi Z, Ramchandani M, Chavan R et al. Outcome of peroral endoscopic myotomy in children with achalasia. *Surg Endosc* 2019; 33: 3656–3664. doi:10.1007/s00464-018-06654-1
- [9] Kethman WC, Thorson CM, Sinclair TJ et al. Initial experience with peroral endoscopic myotomy for treatment of achalasia in children. *J Pediatr Surg* 2018; 53: 1532–1536. doi:10.1016/j.jpedsurg.2017.07.023
- [10] Jazrawi SF, Barth BA, Sreenarasimhaiah J. Efficacy of endoscopic ultrasound-guided drainage of pancreatic pseudocysts in a pediatric population. *Dig Dis Sci* 2011; 56: 902–908. doi:10.1007/s10620-010-1350-y
- [11] Nabi Z, Shava U, Sekharan A et al. Diagnosis of Hirschsprung's disease in children: Preliminary evaluation of a novel endoscopic technique for rectal biopsy. *JGH Open* 2018 4; 2: 322–326. doi:10.1002/jgh3.12092
- [12] Wall J, Esquivel M, Bruzoni M et al. Endoscopic Submucosal Dissection of a Large Hamartoma in a Young Child. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2016; 62: e5–e7. doi:10.1097/MPG.0000000000000376
- [13] Lange B, Sold M, Kähler G et al. Experience with fully covered self-expandable metal stents for anastomotic stricture following esophageal atresia repair. *Dis Esophagus* 2018; 1; 31. doi:10.1093/dote/doy061
- [14] Foschia F, De Angelis P, Torroni F et al. Custom dynamic stent for esophageal strictures in children. *J Pediatr Surg* 2011; 46: 848–853. doi:10.1016/j.jpedsurg.2011.02.014

- [15] Wood LS, Kastenber Z, Sinclair T et al. Endoscopic Division of Duodenal Web Causing Near Obstruction in 2-Year-Old with Trisomy 21. *Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2016; 26: 413–417. doi:10.1089/lap.2015.0462
- [16] Huang MH, Bian HQ, Liang C et al. Gastroscopic treatment of membranous duodenal stenosis in infants and children: report of 6 cases. *J Pediatr Surg* 2015; 50: 413–416. doi:10.1016/j.jpedsurg.2014.10.045
- [17] Ibarguen-Secchia E. Endoscopic pyloromyotomy for congenital pyloric stenosis. *Gastrointest Endosc* 2005; 61: 598–600
- [18] Carrascosa P, López EM, Capuñay C et al. Virtual colonoscopy in paediatric patients Usefulness of a colon dissection technique. *Eur J Radiol* 2010; 74: 189–194. doi:10.1016/j.ejrad.2009.01.018
- [19] Anupindi SA, Biko DM, Ntoulia A et al. Contrast-enhanced US Assessment of Focal Liver Lesions in Children. *Radiographics* 2017; 37: 1632–1647. doi:10.1148/rg.2017170073
- [20] Fugazza A, Bizzarri B, Gaiani F et al. The role of endoscopic ultrasound in children with Pancreatobiliary and gastrointestinal disorders: a single center series and review of the literature. *BMC Pediatr* 2017; 17: 203. doi:10.1186/s12887-017-0956-z
- [21] Kao D, Roach B, Silva M et al. Effect of Oral Capsule- vs. Colonoscopy-Delivered Fecal Microbiota Transplantation on Recurrent *Clostridium difficile* Infection: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2017; 318: 1985–1993. doi:10.1001/jama.2017.17077

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0591-3570>
 Pädiatrie up2date 2019; 14: 295–306
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 1611-6445

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Diese Fortbildungseinheit ist in der Regel 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Den genauen Einsendeschluss finden Sie unter <https://cme.thieme.de>. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <https://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter <https://eref.thieme.de/CXAPHKM> oder über den QR-Code kommen Sie direkt zur Startseite des Wissenstests.

VNR 2760512019156645655

Frage 1

Was ist eine Indikation zur Anwendung der Wireless-Motility-Kapsel?

- A gastroösophagealer Reflux
- B gastrointestinale Blutung
- C V. a. Gastroparese
- D Cholestase
- E Diagnostik von chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen

Frage 2

Welches System bietet sich zur Blutstillung bei diffusen gastralen Schleimhautblutungen an?

- A Over-the-Scope-Clips (OTSC)
- B Hemoclip
- C Gummibandligatur
- D Hemospray
- E Unterspritzung mit 0,9%iger NaCl-Lösung

Frage 3

Womit wird ein endoskopischer Verschluss von z. B. enteroenterischen Fisteln im Rahmen eines Morbus Crohn möglich?

- A Over-the-Scope-Clips (OTSC)
- B Hemoclip
- C Gummibandligatur
- D Stent
- E POEM (perorale endoskopische Myotomie)

Frage 4

Was ist die Hauptkomplikation von Kapselsystemen, z. B. einer Kolonkapsel?

- A Aspiration bei der Einnahme (Schlucken der Kapsel)
- B Kapselverhalt, z. B. an einer Stenose
- C gastrointestinale Blutung
- D Perforation
- E Bauchschmerzen, Obstipation

Frage 5

Was ist die etablierte Indikation zum fäkalen Mikrobiomtransfer (FMT)?

- A Autismus-Spektrum-Störung
- B chronisch-entzündliche Darmerkrankung
- C Adipositas
- D Multiple Sklerose
- E therapieresistente Clostridium-difficile-Enterokolitis

Frage 6

Die Kontrastmittelsonografie (CEUS) dient vor allem der Diagnostik von ...

- A Polypen des Gastrointestinaltrakts.
- B Darstellung der Gallengänge bei Cholestase.
- C Messung der Darmperfusion bei entzündlichen Darmerkrankungen.
- D Differenzierung fokaler Leberläsionen.
- E Herzinsuffizienz bei Kurzatmigkeit.

Frage 7

Die virtuelle Koloskopie eignet sich zur Diagnose von ...

- A Kolonpolypen.
- B oberen gastrointestinalen Blutungen.
- C Meckel-Divertikel.
- D Morbus Crohn.
- E Colitis ulcerosa.

Frage 8

Was ist *kein* Arbeitsschritt bei der Anlage einer Direkt-PEG?

- A Anlage von 3 Suture Anchors im Magen
- B Verschieben eines Seldinger-Drahts über eine Hohlneedle
- C Unterspritzen der Punktionsstelle mit 0,9%iger NaCl-Lösung zur besseren Transillumination
- D Verschieben einer Button-Ballon-PEG über die Peel-away-Hülse in den Magen
- E Einbringen eines Dilators mit einer Peel-away-Hülse in den Magen

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung...

Frage 9

Welche Technik ermöglicht die Visualisierung und Probenentnahme aus tieferen Dünndarmabschnitten?

- A Videokapselendoskopie
- B virtuelle Koloskopie
- C CEUS
- D Endosonografie
- E Push-and-pull-Enteroskopie

Frage 10

Welches Verfahren wird zur Therapie der Ösophagusachalasie *nicht* eingesetzt?

- A Botulinumtoxin
- B Clonidin
- C Ballondilatation
- D Myotomie nach Heller
- E POEM (perorale endoskopische Myotomie)